

### **СД-13. НОВЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ АДСОРБЦИИ И ИНКАПСУЛЯЦИИ БИЛИРУБИНА И РОДСТВЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

А. В. Соломонов<sup>1</sup>, А. А. Гончаренко<sup>1,2</sup>, Б. А. Кочергин<sup>1</sup>, Е. В. Румянцев<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Ивановский государственный химико-технологический университет,  
153000, Россия, Иваново, пр. Шереметевский, 7

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский политехнический университет,  
195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29

<sup>3</sup> Ивановский государственный политехнический университет,  
153037, Россия, Иваново, ул. 8 Марта, 20

E-mail: kocherginba1992@mail.ru

Получение супрамолекулярных и гибридных наноразмерных материалов в настоящее время представляет собой одно из наиболее интенсивно развиваемых направлений в современной химии. Во многом благодаря сочетанию в одном материале нескольких функций и соединений различной природы оказывается возможным создание материалов, перспективных для применения в различных областях. В работе обсуждаются получение и характеристика новых функциональных нано- и микроразмерных материалов для эффективной адсорбции и инкапсуляции желчного пигмента билирубина (БР) и родственных соединений. Полученные материалы в дальнейшем могут быть применены для удаления избыточного количества БР из организма или создания новых препаратов для лечения пациентов с некоторыми видами рака (Multistimuli-Responsive Bilirubin Nanoparticles for Anticancer Therapy / Y. Lee [et. al.] // *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.* 2016. Vol. 55. P. 10676–10680).

1. Посредством самосборки получены новые мицеллярные координационные кластеры (МКК) и охарактеризованы путем внедрения гидрофобного хелатора на интерфейс неионогенного ПАВ Тритона X-114 с последующей «сшивкой» структур ионами металлов. Выявлены закономерности в образовании, разрушении и взаимодействии МКК с  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -циклодекстринами (ЦД) и установлено, что варьирование типа и концентрации ЦД позволяет управлять механизмом синтеза МКК. Показано, что МКК способны с высокой эффективностью инкапсулировать БР из водных растворов, ингибируя его кристаллизацию; что  $\beta$ - и  $\gamma$ -ЦД могут быть успешно использованы для разрушения МКК с последовательным извлечением инкапсулированного пигмента в виде его комплекса с ЦД.

2. Получены и охарактеризованы мезопористые материалы на основе полых частиц диоксида кремния с допированными молекулами йода и ионами меди. Показано, что данные частицы кроме эффективной адсорбции пигмента позволяют химически трансформировать билирубин в более безопасные формы (в частности, в биливердин). Дополнительная модификация данных материалов наночастицами золота, серебра или платины также способна увеличить эффективность адсорбции БР и скорость его превращения. Получение материалов основано на процессах гидролиза и поликонденсации алкоксисиланов с применением темплатного синтеза, в котором темплатом служит наномульсия типа «масло в воде» с использованием мицеллообразователя – додецилметиламин-N-оксида.

3. Разработан способ получения однородных по размерам (от 500 до 800 нм) частиц диоксида кремния, содержащих магнетитовое ядро (core-shell), с дальнейшей модификацией их поверхности различными ЦД путем адсорбции на поверхности частиц с образованием монослоя с последующей ковалентной иммобилизацией посредством образования амидных и сложноэфирных связей с материалом оболочки. Полученные материалы обладают повышенной эффективностью к сорбции БР по сравнению с немодифицированными, при этом, управляя количеством иммобилизованного ЦД, становится возможным в значительной мере контролировать скорость адсорбции пигмента и его содержание в материале.

*Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации № МК-2124.2017.3 (2017–2018).*